

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-206557

(43)Date of publication of application : 13.08.1993

(51)Int.Cl.

H01S 3/10
G02B 6/00
G02B 6/12
G02F 1/35
H01S 3/07
H01S 3/094

(21)Application number : 04-148388

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 15.05.1992

(72)Inventor : TEI IKOU
NAKAMURA KAZUNORI

(30)Priority

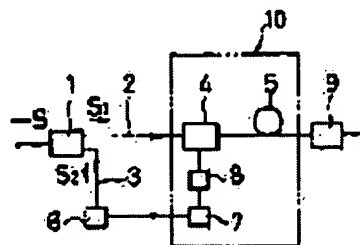
Priority number : 03143792 Priority date : 20.05.1991 Priority country : JP

(54) LIGHT AMPLIFICATION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a light amplification system possessed of light amplification characteristics independent of input light signals by a method wherein pumping light is fed to a light waveguide only when light signals are inputted into the light waveguide.

CONSTITUTION: An input light signal is divided into light signals S1 and S2 through an optical branching device 1 ($S1:S2=20:1$), and when the signals S1 and S2 inputted into two light transmission lines 2 and 3, the light signal S1 transmitted through the light transmission line 2 is inputted into a light waveguide 5 through an optical multiplexer 4, and the light signal S2 transmitted through the light transmission line 3 is inputted into a drive circuit 7 after it is converted into electrical signals through a photodetector 6. When electrical signals are inputted into the drive circuit 7 from the photodetector 6, it is turned on to drive a pumping light source 8 operate, and when electrical signals are not inputted into the drive circuit 7, it does not drive the pumping light source 8. By this setup, the succeeding system is protected against trouble such as damage for saturation, therefore a stable and safe light amplification system can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.06.1994
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 2651086
[Date of registration] 16.05.1997
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-206557

(43)公開日 平成5年(1993)8月13日

(51)Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/10	Z	8934-4M		
G 0 2 B 6/00				
6/12	H	7036-2K		
		6920-2K	G 0 2 B 6/ 00	E
		8934-4M	H 0 1 S 3/ 094	S

審査請求 未請求 請求項の数10(全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-148388

(22)出願日 平成4年(1992)5月15日

(31)優先権主張番号 特願平3-143792

(32)優先日 平3(1991)5月20日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 程 頤浩

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72)発明者 中村 一則

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 齋藤 義雄

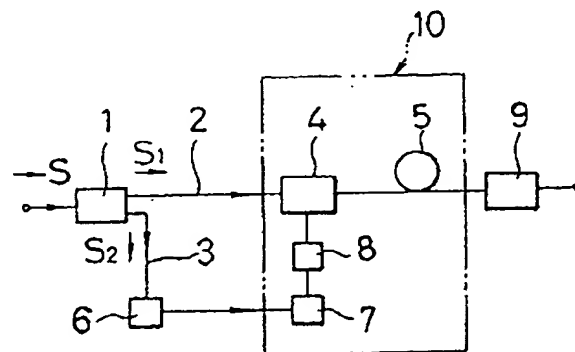
(54)【発明の名称】 光増幅システム

(57)【要約】

【目的】 励起光を介した蛍光物質の誘導放出作用により、蛍光物質を含む光導波路内の光信号を増幅するための光増幅システムとして、入力光信号の波形に依存しない光増幅特性をもつものを提供する。

【構成】 請求項1に記載された光増幅システムの場合、光信号 s_1 が光導波路5内に入力されているときは励起光源8がオン、光信号 s_1 が光導波路5内に入力されていないときは励起光源8がオフとなり、励起光源8がオンのとき、励起光源8からの励起光が光信号 s_1 よりも遅延して光導波路5内に入力される。請求項9に記載された光増幅システムの場合、光導波路5内が定常的に励起されており、かつ、光信号 s_1 が光導波路5内に入力されていないときは、ダミー信号光 s_2 が光導波路5内に供給され、光信号 s_1 が光導波路5内に入力されたときは、ダミー信号光 s_2 が光導波路5内に供給されない。

【効果】 入力される光信号の立ち上がり時に光増幅が起こらず、光増幅特性が光信号の波形に依存しないので、安全かつ安定した光増幅システムとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光増幅用の光導波路を含む光増幅ユニットを備え、光導波路が励起光の供給を受けたときに発生する光導波路内の光増幅作用により、光導波路内を伝送している光信号を増幅するための光増幅システムにおいて、光信号が光導波路内に入力されていないときは、励起光が光導波路内に供給されず、光信号が光導波路内に入力されたときに、励起光が光導波路内に供給されることを特徴とする光増幅システム。

【請求項2】 補助用の励起光が光導波路内に供給されている請求項1記載の光増幅システム。

【請求項3】 光増幅ユニットが、光増幅用の光導波路、励起光を光導波路内に供給するための合波器、励起光を発生させるための励起光源、および、励起光源を駆動させるための駆動回路を含み、光増幅ユニットの駆動回路には、入力光信号を検出するための光検出器が接続されている請求項1記載の光増幅システム。

【請求項4】 光増幅ユニットが、光増幅用の光導波路、光導波路内への励起光の供給をオン、オフするための光スイッチ、励起光を発生させるための励起光源、および、励起光源を駆動させるための駆動回路を含み、光増幅ユニットの光スイッチには、入力光信号を検出するための光検出器が接続されている請求項1記載の光増幅システム。

【請求項5】 光増幅ユニットの励起光源にバイアス電源が接続されている請求項3または請求項4記載の光増幅システム。

【請求項6】 光増幅ユニットが、補助用の励起光源とその駆動回路をも含んでいる請求項3または請求項4記載の光増幅システム。

【請求項7】 光増幅ユニットの後段に、光信号と逆行して補助用の励起光を光導波路内に入力するための光励起用補助ユニットが接続されている請求項3または請求項4記載の光増幅システム。

【請求項8】 光増幅ユニットの前段に、定常起動型の光増幅用補助ユニットが接続されている請求項3または請求項4記載の光増幅システム。

【請求項9】 光増幅用の光導波路を含む光増幅ユニットを備え、光導波路が励起光の供給を受けたときに発生する光導波路内の光増幅作用により、光導波路内を伝送している光信号を増幅するための光増幅システムにおいて、光導波路内が常に励起光の供給を受けて定常的に励起されており、光信号が光導波路内に入力されていないときは、ダミー信号光が光導波路内に供給され、光信号が光導波路内に入力されたときは、ダミー信号光が光導波路内に供給されないことを特徴とする光増幅システム。

【請求項10】 光増幅ユニットが、光増幅用の光導波路、励起光を光導波路内に供給するための励起光源、および、励起光源を駆動させるための駆動回路を含んでお

り、光増幅ユニットの前段に、光スイッチを介してダミー信号光源が接続されている請求項9記載の光増幅システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光の励起により光増幅作用を示す光導波路を用いて、伝送損失の補償、受信感度の改善をはかるための光増幅システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 光CATVシステム、光線路の切り替えなどに適用することのできる光増幅手段として、光増幅作用のある光ファイバを利用する光増幅システムがすでに開発されており、実用化の段階に至っている。このような光増幅システムに関して、コアにエルビウム(Er)が添加された石英系シングルモード光ファイバを光増幅器として用いた場合、1.55μm帯の光が増幅できると報告されている。

【0003】 上述した光増幅システムは、図9に例示されているように、光励起するための励起光源31と、光信号および励起光を合波するための合波器32と、コアに希土類元素が添加された光ファイバ33とを備え、これに光アイソレータ34が付加されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 一般に、図9に例示されたような光増幅システムは、利得が高く、応答速度がきわめて速いために、超高速の伝送に適用することができ、入力信号の波形如何で不都合を生じることがある。たとえば、ポストアンプとして用いられる上記光増幅システムの場合、入力信号が通常の状態のとき、飽和領域で動作するが、信号波形の立ち上がりが急峻となる信号入力の場合は、これに対する応答が速いために、入力信号に追いついて立ち上がり、後続システムの破壊、飽和などを惹き起こす。これは、信号波形の立ち上がり部分における光増幅システムが飽和領域でなく小信号領域であるために、その立ち上がり部分において当該システムが強烈な短パルスが発生するからである。

【0005】 図10の(A)(B)は、従来の光増幅システムが線路切替システムに適用されたときの波形を示している。図10を参照して明らかなように、増幅前の波形(A)は、スイッチングによる急峻な立ち上がりを示しており、増幅後の波形(B)は、信号の立ち上がり部分が増幅されて強烈なパルスを生じている。

【0006】 本発明はこのような技術的課題に鑑み、入力光信号の波形に依存しない光増幅特性をもつ光増幅システムを提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載された本発明は、所期の目的を達成するために、光増幅用の光導波路を含む光増幅ユニットを備え、光導波路が励起光の供給を受けたときに発生する光導波路内の光増幅作用に

より、光導波路内を伝送している光信号を増幅するための光増幅システムにおいて、光信号が光導波路内に入力されていないときは、励起光が光導波路内に供給されず、光信号が光導波路内に入力されたときに、励起光が光導波路内に供給されることを特徴する。

【0008】上記において光増幅の応答性を高めるためには、請求項2に記載されているように、補助用の励起光が光導波路内に供給されていることが望ましい。

【0009】上記における光増幅ユニットは、請求項3に記載されているように、光増幅用の光導波路、励起光を光導波路内に供給するための合波器、励起光を発生させるための励起光源、および、励起光源を駆動させるための駆動回路を含んでおり、または、請求項4に記載されているように、光増幅用の光導波路、光導波路内への励起光の供給をオン、オフするための光スイッチ、励起光を発生させるための励起光源、および、励起光源を駆動させるための駆動回路を含んでいる。これら光増幅ユニットの駆動回路、光スイッチには、光信号を検出し、その検出信号を入力するための光検出器が接続されている。

【0010】上述のごとく光増幅の応答性を高めるためには、請求項5に記載されているように、光増幅ユニットの励起光源にバイアス電源が接続され、または、請求項6に記載されているように、光増幅ユニットが補助用の励起光源とその駆動回路を含み、または、請求項7に記載されているように、光増幅ユニットの後段に、光信号と逆行して補助用の励起光を光導波路内に入力するための光励起用補助ユニットが接続され、または、請求項8に記載されているように、光増幅ユニットの前段に、定常起動型の光増幅用補助ユニットが接続される。

【0011】請求項9に記載された本発明は、所期の目的を達成するために、光増幅用の光導波路を含む光増幅ユニットを備え、かつ、光導波路が励起光の供給を受けたときに発生する光導波路内の光増幅作用により、光導波路内を伝送している光信号を増幅するための光増幅システムにおいて、光導波路内が常に励起光の供給を受けて定常的に励起されており、光信号が光導波路内に入力されていないときは、ダミー信号光が光導波路内に供給され、光信号が光導波路内に入力されたときはダミー信号光が光導波路内に供給されないことを特徴とする。

【0012】請求項9に記載された光増幅システムの場合、請求項10に記載されているように、光増幅ユニットが、光増幅用の光導波路、励起光を光導波路内に供給するための励起光源、および、励起光源を駆動させるための駆動回路を含んでおり、光増幅ユニットの前段に光スイッチを介してダミー信号光源が接続されている。

【0013】

【作用】請求項1に記載された本発明光増幅システムの場合、光信号が光導波路内に入力されたときのみ、励起光が光導波路内に供給され、光信号が光導波路内に入力

されないとき、励起光は光導波路内に供給されない。このようにして光導波路内に供給される励起光は、光信号が光導波路内に入力された後、微小時間の遅れをともなう光導波路内に供給されるので、光導波路内に入力された光信号の立ち上がり時に光導波路内での光増幅が起こらず、光増幅特性が光信号の波形に依存しない。

【0014】上記光増幅システムにおいて、補助用の励起光が光導波路内に供給されている場合、本格的な励起光が光導波路内に入力されたときに、光導波路内が高い励起状態になるので、動作の安定性、応答性がより高まる。

【0015】請求項9に記載された光増幅システムの場合、定常的に励起されている光導波路内に光信号が入力されていないとき、光導波路内にダミー信号光が供給され、定常的に励起されている光導波路内に光信号が入力されたとき、ダミー信号光は光導波路内に供給されない。すなわち、光増幅システムの光導波路は、光信号が入力されていないときにダミー信号光を増幅して飽和領域で動作しているから、ダミー信号光に代わって光信号が入力されたときも、通常の状態で作動する。したがって、この光増幅システムによるときも、光信号の立ち上がり部分に対して応答しなくなる。

【0016】

【実施例】はじめに、図1に例示された光増幅システムを説明する。図1に例示された光増幅システムは、光分波器1から、光伝送路2、光合波器4、光導波路5を経て光アイソレータ9にわたる光伝送系と、光分波器1から、光伝送路3、光検出器6、駆動回路7、励起光源8を経て光合波器4にわたる光電変換系を含んでおり、光合波器4、光導波路5、駆動回路7、励起光源8などが、光増幅ユニット10を構成している。

【0017】上記において、光分波器1は、たとえば、信号光を1:20の割合で分波するためのビームスプリッタからなる。光伝送路2、3は、たとえば、コア、クラッドを備えた石英系の被覆光ファイバからなる。光合波器4は、信号光と励起光とを合波するための光カプラ、たとえば、WDF (Wave Division Module) からなる。光増幅用の光導波路5は、コア、クラッドを備えた石英系あるいはフッ化物系のシングルモード光ファイバからなり、これの外周がプラスチックで被覆されている。光導波路5のコアは、一例として、石英系またはフッ化物系のホストガラスにEr (エルビウム)、Nd (ネオジウム) のとき希土類元素が添加されたものからなり、その他の添加物として、Be (ベリリウム) のときアルカリ土類元素、YAG (イットリウム-アルミニウム-ガーネット合金) の酸化物、YLF (イットリウム-アルミニウム-フッ素合金) の酸化物、遷移金属イオンなどの一つ以上を含んでいることがある。光導波路5のコアは、他の一例として、Er、NdなどがドーパされたZBLAN (ZrF₄ - BaF₂ - LaF₃、

-AlF, -NaF)系のフッ化物ガラスからなり、さらに、他の一例として、BaF₂、AlF₃、NdF₃などを含むフッ化物系のガラスからなる。光導波路5のクラッドも、既述のドーパ成分を含む石英系またはフッ化物系のガラスからなるが、このクラッドの場合は、自明のとおり、コアよりも屈折率が低い。検出器6は、たとえば、周知のフォトダイオード(PD)からなり、駆動回路7は、一例として、商用電源を含む電気回路からなる。励起光源8は、0.8μm帯、0.98μm帯、または、1.48μm帯のごとく、必要な波長の光を発振するための半導体レーザからなる。光アイソレータ9としては、たとえば、反射などに起因した増幅器(光導波路5)の発振現象を抑制するために、偏波無依存型の光学素子が用いられる。

【0018】図1に例示された光増幅システムの場合、以下に述べるようにして光信号が増幅される。図1において、入力光信号sが光分波器1を介して二つの光信号s₁、s₂に分波され(s₁:s₂=20:1)、これらの光信号s₁、s₂が二つの光伝送路2、3に入力されたとき、一方の光伝送路2を伝送する入力光信号s₁は光合波器4を経由して光導波路(Er³⁺ドープ光ファイバ)5内に入り、他方の光伝送路3を伝送する制御光信号s₂は、光検出器6により電気信号に変換されて駆動回路7に入力される。駆動回路7は、光検出器6からの電気信号が入力されたときオンとなって励起光源8を駆動(点灯)させるが、光検出器6からの電気信号が入力されないオフのとき、励起光源8を駆動させない。

【0019】上記において、オンとなった駆動回路7が励起光源8を点灯させたとき、励起光源8からの励起光が、光合波器4を経由して光導波路5内に入力される。このとき、励起電子の緩和時間が約10msであるために、光増幅システムはその緩和時間分だけ遅れて作動する。必要ならば、駆動回路7にて光増幅システムに遅延をかける。図1に例示された光増幅システムは、このように作動するため、光導波路5内に入る光信号の立ち上がり時に光信号s₁を増幅せず、その立ち上がり後のわずかの遅れで光信号s₁を増幅する。したがって、かかる光増幅システムは、既述の問題を惹き起こすことなく所定の光増幅を行なう。

【0020】図2は、図1に例示された光増幅システムが線路切替システムに適用されたときの増幅前の波形を示している。図2と前記図10(A)との対比で明らかなように、図1の光増幅システムによるときは、入力光信号の立ち上がりに対応せずに光増幅されている。

【0021】図3は、図1に例示された光増幅システムの変形例を示している。この図示例では、光導波路5による光増幅の応答性を高めるために、光増幅ユニット10の励起電源7にバイアス電源11が接続されている。このようにした場合、励起光源8は、光信号s₁が入力されない駆動回路7のオフ状態でも、バイアス電源11

からのバイアス電流を受けて、低レベルで定常的に光増幅を可能にしているから、光信号s₁による励起光の時間遅れが生じて、バイアス電源11にて事前に励起しておいた励起エネルギーにより、光導波路5が光信号s₁を即座に光増幅する。したがって、この例の場合、光信号s₁の立ち上がり時に光増幅しないのはもちろん、光導波路5の高励起状態に依存して、光増幅システムの応答性がより高まる。なお、上記のごとく励起光源8にバイアスをかけたときに発生する補助的な励起光は、主たる励起光と波長が同一または近似しているが、光導波路5を弱い励起状態にするために、主たる励起光よりも低出力である。

【0022】つぎに、図4に例示された光増幅システムを説明する。図4に例示された光増幅システムの場合、基本となる技術的事項は、図1のものと同じであるが、光増幅ユニット10が光スイッチ12を有する点、光検出器6が光スイッチ12に接続されている点が、図1のものとは異なる。

【0023】図4に例示された光増幅システムの場合、励起光源8は駆動回路7を介して点灯されており、光検出器6は、入力光信号sのないとき、光スイッチ12をオフにしている。上記において、入力光信号sが光分波器1を介して二つの光信号s₁、s₂に分波され、これらの光信号s₁、s₂が各光伝送路2、3に入力されたとき、一方の光伝送路2を伝送する入力光信号s₁は、光合波器4を経由して光導波路5に入射され、他方の光伝送路3を伝送する制御光信号s₂は、光検出器6により電気信号に変換されて、光スイッチ12に入力される。光検出器6からの制御光信号s₂を受けてオンとなった光スイッチ12は、励起光源8からの励起光を光合波器4より光導波路5へと入力させる。この場合も、制御光信号s₂を介して光検出器6が動作し、光検出器6からの検出信号にて光スイッチ12が切り替わる分だけ、励起光が入力光信号s₁よりも遅れて光導波路5に入力される。したがって、図4に例示された光増幅システムも、光導波路5に入力された光信号s₁の立ち上がり時にこれを増幅せず、その立ち上がり後のわずかの遅れで光信号s₁を増幅するから、既述の問題を惹き起さない。

【0024】図5は、図4に例示された光増幅システムの変形例を示している。図5に例示された光増幅システムの場合、光導波路5での光増幅の応答性を高めるために、光増幅ユニット10が、補助用の励起光源13とその駆動回路14をも含み、これらが光合波器4と光スイッチ12との間に介在されている。この例の場合も、光導波路5は、通常の使用よりも低い出力で駆動している励起光源13を介して常に弱い励起状態に保持されているから、光信号s₁が光導波路5に入力され、光信号s₁に基づく光スイッチ12のオンにより、励起光源8から所定の励起光が光導波路5に入力されたとき、光導波

路5は、図3の例と同様に、高い励起状態になる。なお、励起光源13から発生される補助的な励起光は、前述したと同様、主たる励起光よりも低出力である。

【0025】つぎに、図6に例示された光増幅システムを説明する。図6に例示された光増幅システムの場合、光分波器1、光検出器6、光増幅ユニット10などについては、図1または図4に例示したものと同じであるが、光増幅ユニット10の後段に、光合波器15、励起光源16、駆動回路17を含む光励起用補助ユニット18が接続されている点が、図1、図4に例示したものと異なる。図6における光合波器15、励起光源16、駆動回路17などは、既述のものと同様またはこれらに準ずるが、励起光源16は、光導波路5を常に弱い励起状態に保持するためのものであり、光合波器15は、これの入射方向が信号光の伝わる方向と逆になる。

【0026】図6に例示された光増幅システムの場合、光増幅ユニット10は、制御信号光 s_c に基づき、図1または図4を参照して述べたと同様に動作する。この光増幅システムでも、光導波路5が通常の使用よりも低い出力で駆動している励起光源16を介して常に弱い励起状態に保持されているから、図3、図5の例と同様に、高い励起状態になる。

【0027】図8に例示された光増幅システムの変形例として、光励起用補助ユニット18が光増幅ユニット10の前段に接続されることがある。この場合、光合波器15入射方向は、信号光の伝わる方向と同じになる。

【0028】つぎに、図7に例示された光増幅システムを説明する。図7に例示された光増幅システムも、光分波器1、光検出器6、光増幅ユニット10などについては、図1または図4に例示したものと同じであるが、光増幅ユニット10の前段に、光合波器19、光導波路20、励起光源21、駆動回路22を含む光増幅用補助ユニット23が接続されている点が、図1、図4に例示したものと異なる。図7における光合波器19、光増幅用の光導波路20、励起光源21、駆動回路22などは、既述のものと同様またはこれらに準ずるが、励起光源16は、光導波路5を常に弱い励起状態に保持するためのものである。

【0029】図7に例示された光増幅システムの場合、入力光信号 s が光分波器1を介して二つの光信号 s_1 、 s_2 に分波され、これらの光信号 s_1 、 s_2 が二つの光伝送路2、3に入力されたとき、一方の光伝送路2を伝送する入力光信号 s_1 は、光合波器19、光導波路20、光合波器4を経由して光導波路5内に入り、他方の光伝送路3を伝送する制御光信号 s_c は、光検出器6により電気信号に変換されて光増幅ユニット10の駆動回路7または光スイッチ12に入力される。

【0030】図7に例示された光増幅システムの変形例として、光増幅用補助ユニット23が光増幅ユニット10の後段に接続されることがあり、この場合の光合波器

19は、これの光入射方向が信号光 s の伝送方向に対して逆向きとなる。

【0031】つぎに、図8に例示された光増幅システムを説明する。図8に例示された光増幅システムは、光分波器1から、光伝送路2、光スイッチ24、光導波路5を経て光アイソレータ9にわたる光伝送系と、光分波器1から、光伝送路3、光検出器6、光スイッチ24にわたる光電変換系とを含み、光スイッチ24にダミー信号光源25が接続されている。この場合、光導波路5、励起光源8、駆動回路7などが、光増幅ユニット10を構成しており、光スイッチ24、ダミー信号光源25、駆動回路26などが、光ダミーユニット27を構成している。ダミー信号光源25は、駆動回路26を介して励振されたときに、信号光 s に相当する波長のダミー信号光または信号光 s に近似した波長のダミー信号光を、パルス光または連続光として発生することができる。

【0032】図8に例示された光増幅システムの場合、光導波路5内は、励起光源8を介して定常的に励起されている。上記光増幅システムに信号光 s が入力されてないとき、光スイッチ24が接点a、cを閉じているので、ダミー信号光源25からのダミー信号光 s_d が、光スイッチ24を介して光導波路5内に供給される。したがって、信号光 s がないとき、光導波路5は、ダミー信号光 s_d を増幅しつつ飽和領域での動作を維持する。上記光増幅システムに信号光 s が入力されたとき、光信号 s が光分波器1を介して二つの光信号 s_1 、 s_2 に分波され、これらの光信号 s_1 、 s_2 が二つの光伝送路2、3を伝わる。以下、光伝送路3を伝送する制御光信号 s_c が光検出器6により電気信号に変換されて光スイッチ24に入力されたとき、光スイッチ24がこれに基づく切替動作により接点b、cを閉じるので、光伝送路2を伝送する入力光信号 s_1 は、かかるスイッチ切り替えと同時に、すでに励起状態にある光導波路5内に入り、ここで増幅される。すなわち、図8に例示された光増幅システムの場合、光信号 s のないときに光導波路5がダミー信号光 s_d を増幅して飽和領域で動作しているから、ダミー信号光 s_d に代わり光信号 s_1 が入力されたときも、光導波路5が通常の状態で作動する。したがって、この光増幅システムも、光信号 s_1 の立ち上がり部分に対して応答しない。

【0033】図8に例示された光増幅システムの変形例として、光ダミーユニット27が光増幅ユニット10の後段に接続されることがある。この場合の光ダミーユニット27は、信号光 s の伝送方向に対して逆向きに光を入射させるための光合波器（前例と同じ）を介して、光増幅ユニット10の後段に接続される。

【0034】本発明に係る光増幅システムの場合、たとえば、光導波路5内の蛍光物質を励起する手段として、よく知られているバックワード励起、両側励起などを採用することもできる。本発明におけるその他の実施例と

10

20

30

40

50

して、たとえば、信号光 s と励起光とを光増幅ユニット10に入力させる光増幅システムにおいて、信号光 s を励起光よりも遅らせて光導波路5に入力させることがある。

【0035】

【発明の効果】本発明に係る光増幅システムの場合、入力される光信号の立ち上がり時に光増幅が起こらず、光増幅特性が光信号の波形に依存しないので、後続システムの破壊、飽和などを惹き起こすことがなく、したがって、安全かつ安定した光増幅システムとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光増幅システムの第一実施例を示したブロック図である。

【図2】本発明に係る光増幅システムの光増幅特性を示した図である。

【図3】第一実施例の変形例を示したブロック図である。

【図4】本発明に係る光増幅システムの第二実施例を示したブロック図である。

【図5】第二実施例の変形例を示したブロック図である。

【図6】本発明に係る光増幅システムの第三実施例を示したブロック図である。

【図7】本発明に係る光増幅システムの第四実施例を示したブロック図である。

【図8】本発明に係る光増幅システムの第五実施例を示したブロック図である。

【図9】従来の光増幅システムを示したブロック図である。

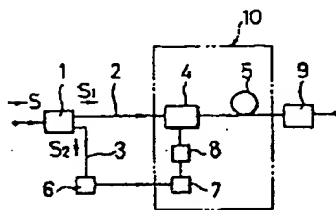
【図10】(A)は、従来の光増幅システムにおいて光信号を増幅する前の波形を示した図、(B)は、従来の光増幅システムにおいて光信号を増幅した後の光増幅特性を示した図である。

*【符号の説明】

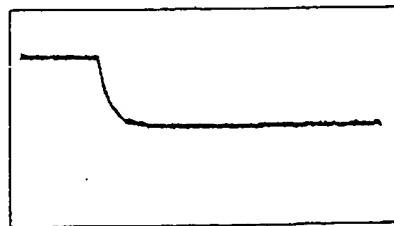
- 1 分波器
- 2 光伝送路
- 3 光伝送路
- 4 光合波器
- 5 光導波路
- 6 光検出器
- 7 駆動回路
- 8 励起光源
- 9 アイソレータ
- 10 光増幅ユニット
- 11 バイアス電源
- 12 光スイッチ
- 13 励起光源
- 14 駆動回路
- 15 光合波器
- 16 励起光源
- 17 駆動回路
- 18 光励起用補助ユニット
- 19 光合波器
- 20 光導波路
- 21 励起光源
- 22 駆動回路
- 23 光増幅用補助ユニット
- 24 光スイッチ
- 25 ダミー信号光源
- 26 駆動回路
- 27 光ダミーユニット
- s 光信号
- s_1 分割された光信号
- s_2 分割された光信号
- s_3 ダミー信号光

*

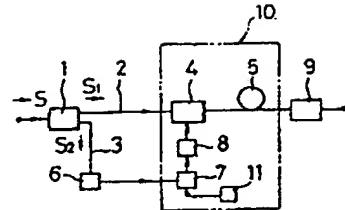
【図1】



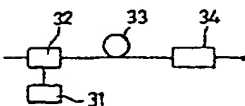
【図2】



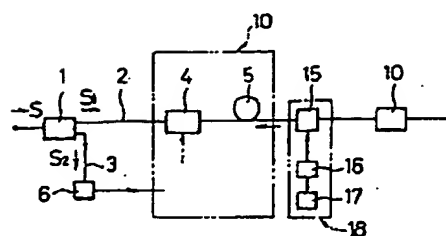
【図3】



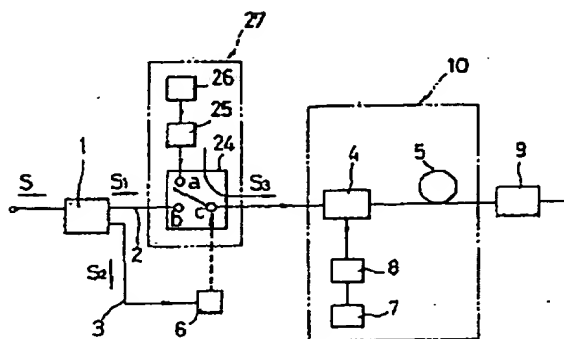
【図9】



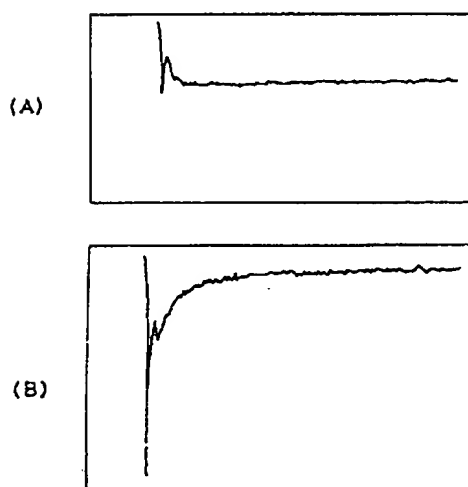
【圖 6】



【圖8】



【圖 10】



【補正方法】変更

【請求項3】 光増幅ユニットが、光増幅用の光導波路、励起光を光導波路内に供給するための合波器、励起光を発生させるための励起光源、および、励起光源を駆動させるための駆動回路を含み、光増幅ユニットの駆動

回路には、入力光信号を検出するための光検出器が接続されている請求項1記載の光増幅システム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項4

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項4】光増幅ユニットが、光増幅用の光導波路、光導波路内への励起光の供給をオン、オフするための光スイッチ、励起光を発生させるための励起光源、および、励起光源を駆動させるための駆動回路を含み、光増幅ユニットの光スイッチには、入力光信号を検出するための光検出器が接続されている請求項1記載の光増幅システム。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項7

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項7】光増幅ユニットの後段に、光信号と逆行して補助用の励起光を光導波路内に入力するための光励起補助ユニットが接続されている請求項3または請求項4記載の光増幅システム。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般に、図9に例示された光増幅システムは、励起光を光ファイバ33内に導入することにより光ファイバ33内の励起準位が高められ、この高められた準位が元にもどるときに、光ファイバ33内に導かれた光信号を増幅する。このような光増幅システムは、利得が高く、応答速度がきわめて速いために、超高速の伝送に適応することができる。しかしながら、光ファイバ33内に励起光を導入し続けた状態において、数ミリ秒以上の長い間、光信号が光ファイバ33内に存在しないときは、前記励起準位が高められた状態で蓄積し、この状態のときに、光信号が光ファイバ33内に導かれると、高い増幅率で光信号を増幅するという特性をもつ。このために、光信号が長い間光ファイバ33内に入力されない状態が続く、その直後に光信号が光ファイバ33内に入力されると、光信号は、きわめて高い増幅率で増幅され、かつ、強烈な光パルスとなって発生し、後続システムの破壊、飽和などを惹き起こす。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】図10の(A)(B)は、従来の光増幅システムが線路切替システムに適用されたときの波形を示している。図10の(A)に示す増幅前の波形は、図10の(B)に示す増幅後の波形を参照して明らかなように、信号の立ち上がり部分が増幅されて強烈なパルスを生じている。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】上記において、光分波器1は、たとえば、信号光を1:20の割合で分波するためのビームスプリッタからなる。光伝送路2、3は、たとえば、コア、クラッドを備えた石英系の被覆光ファイバからなる。光合波器4は、信号光と励起光とを合波するための光カプラ、たとえば、WDF(Wave Division Module)からなる。光増幅用の光導波路5は、コア、クラッドを備えた石英系あるいはフッ化物系のシングルモード光ファイバからなり、この外周がブラッシュで被覆されている。光導波路5のコアは、一例として、石英系またはフッ化物系のホストガラスにEr(エルビウム)、Nd(ネオジウム)のごとき希土類元素が添加されたものからなり、その他の添加物として、Be(ベリリウム)のごときアルカリ土類元素、YAG(イットリウム-アルミニウム-ガーネット合金)の酸化物、YLF(イットリウム-ランタノイド-フッ素合金)の酸化物、遷移金属イオンなどの一つ以上を含んでいることがある。光導波路5のコアは、他の一例として、Er、NdなどがドーパされたZBLAN(ZrF₄-BaF₂-LaF₃-AlF₃-NaF)系のフッ化物ガラスからなり、さらに、他の一例として、BaF₂、AlF₃、NdF₃などを含むフッ化物系のガラスからなる。光導波路5のクラッドも、既述のドーパ成分を含む石英系またはフッ化物系のガラスからなるが、このクラッドの場合は、自明のとおり、コアよりも屈折率が低い。検出器6は、たとえば、周知のフォトダイオード(PD)からなり、駆動回路7は、一例として、商用電源を含む電気回路からなる。励起光源8は、0.8μm帯、0.98μm帯、または、1.48μm帯のごとき、必要な波長の光を発振するための半導体レーザからなる。光アイソレータ9としては、たとえば、反射などに起因した増幅器(光導波路5)の発振現象を抑制するために、偏波無依存型の光学素子が用いられる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】図2は、図1に例示された光増幅システムが線路切替システムに適用されたときの増幅前の波形を示している。図2と前記図10(B)との対比で明らかなように、図1の光増幅システムによるときは、入力光信号の立ち上がりに対応せずに光増幅されている。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正内容】

【0032】図8に例示された光増幅システムの場合、光導波路5内は、励起光源8を介して定常的に励起されている。上記光増幅システムに信号光sが入力されてないとき、光スイッチ24が接点a、cを閉じているので、ダミー信号光源25からのダミー信号光s₁が、光スイッチ24を介して光導波路5内に供給される。したがって、たとえば、100KHビット以上の信号光sが、数ミリ秒以上の長い間ないとき、光導波路5は、ダミー信号光s₁を増幅しつつ飽和領域での動作を維持する。上記光増幅システムに信号光sが入力されたとき、光信号sが光分波器1を介して二つの光信号s₁、s₂に分波され、これらの光信号s₁、s₂が二つの光伝送路2、3を伝わる。以下、光伝送路3を伝送する制御光信号s₃が光検出器6により電気信号に変換されて光スイッチ24に入力されたとき、光スイッチ24がこれに基づき切替動作により接点b、cを閉じるので、光伝送*

*路2を伝送する入力光信号s₁は、かかるスイッチ切り替えと同時に、すでに励起状態にある光導波路5内に入り、ここで増幅される。すなわち、図8に例示された光増幅システムの場合、光信号sのないときに光導波路5がダミー信号光s₁を増幅して飽和領域で動作しているから、ダミー信号光s₁に代わり光信号s₁が入力されたときも、光導波路5が通常の状態で作動する。したがって、この光増幅システムも、光信号s₁の立ち上がり部分に対して応答しない。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】本発明に係る光増幅システムの場合、たとえば、光導波路5内の蛍光物質を励起する手段として、よく知られているバックワード励起、両側励起などを採用することもできる。本発明におけるその他の実施例として、たとえば、信号光sと励起光とを光増幅ユニット10に入力させる光増幅システムにおいて、信号光sを励起光よりも遅らせて光導波路5に入力させることがある。本発明に係る光増幅システムにおいて、光信号が光導波路内に入力されていない状態とは、既述の説明で明らかとなり、信号光が途絶えた場合、または、先行する信号光と後続する信号光との入力間隔が一定時間を越える場合をいう。

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ¹	識別記号	庁内整理番号
G02F 1/35	501	7246-2K
H01S 3/07		8934-4M
3/094		

F I

技術表示箇所